

JP04009301

Publication Title:

JP04009301

Abstract:

Abstract not available for JP04009301

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

Courtesy of <http://v3.espacenet.com>

⑫ 公開特許公報(A) 平4-9301

⑤ Int.Cl.⁵
A 01 N 1/00識別記号 庁内整理番号
6742-4H

④ 公開 平成4年(1992)1月14日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全8頁)

⑥ 発明の名称 臓器保存装置

⑪ 特 願 平2-108885

⑫ 出 願 平2(1990)4月26日

⑬ 発 明 者 梅 山 広 一 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリンパス光学工業株式会社内

⑭ 出 願 人 オリンパス光学工業株式会社 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

⑮ 代 理 人 弁理士 杉村 暁秀 外5名

明 細 書

1. 発明の名称 臓器保存装置

2. 特許請求の範囲

1. 摘出した臓器を収納する臓器収納室と、前記臓器に灌流液を供給する灌流回路と、前記灌流液が流れる熱交換器と、前記熱交換器を流れる冷却剤を冷却する冷却器と、前記熱交換器と前記冷却器との間を前記冷却剤を循環させる手段とを具え、前記冷却器にて冷却した冷却剤を前記熱交換器に供給して前記灌流回路を流れる灌流液を冷却するように構成した臓器保存装置において、前記冷却剤循環手段が、前記灌流液及び冷却剤の温度に応じて前記熱交換器への冷却剤の供給を制御する手段を具えている事を特徴とする臓器保存装置。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、人体や動物体内から摘出した心臓、肝臓、腎臓等の臓器を他の患者や動物へ移植するに際して、一時的にその臓器を保存するための臓

器保存装置に関するものである。

〔従来の技術〕

人体や動物の体内から摘出した臓器を保存する方法として、低温の灌流液の循環回路を形成し、臓器収納室に収納した摘出臓器に灌流液を供給しながら一定温度下で保存する低温灌流保存法がある。これは、臓器の活性を妨げない程度に圧力、流量、pH、温度などを制御した灌流液を摘出した臓器に還流させて保存する方法であり、例えば本出願人による特開平1-311001号公報にはこの方法を実現した低温灌流保存装置が開示されている。この保存装置は、摘出した臓器を収納する臓器収納室、灌流液を循環させるためのポンプ、灌流液を冷却するための熱交換器、人工肺を具え、これらを接続して灌流回路を構成して、収納室内の臓器に灌流液を灌流させて保存するようにしている。この保存装置は、臓器を摘出地点からその臓器を処置する病院までの運搬に最小限必要な灌流装置を装備した運搬ユニットと病院等に据え付けられた院内ユニットとから構成されてお

り、運搬ユニットに臓器を収納して病院まで運搬した後は、運搬ユニットを院内ユニットに接続して、更に手術等の処置を行うまで臓器を保存するようにしている。

また、本出願人による特開平 1-261301 号公報では、運搬性を更に向上させた運搬ユニットが開示されている。

運搬ユニットを接続する院内ユニットには、灌流回路に取り付けた熱交換器と接続する冷却ユニットが具えられており、この冷却ユニットで冷却した冷却剤を灌流回路内の熱交換器に供給して、この熱交換器を流れる灌流液を冷却するようにしている。

[発明が解決しようとする課題]

このように、冷却剤を使って灌流液を冷却するようにしているため、運搬ユニットを院内ユニットに接続して熱交換器に冷却剤を供給するときに、冷却剤の温度が灌流液の温度以下に冷却されていないと意味がないこととなる。しかしながら、従来の臓器保存装置では、冷却剤の冷却は駆動ユニ

ットと院内ユニットを接続した後、冷却剤を熱交換器に循環させながら行うようにしているため、熱交換器において熱のリークが生じ、冷却剤を灌流液の温度以下に冷却するまでに長い時間がかかっていた。従って、院内ユニットのセットアップ時間が長くなるという欠点があるとともに、冷却剤を冷却するエネルギーを浪費するものでもあった。

本発明の目的は、上記の問題を解決し、冷却剤を適当な温度まで冷却するまでにかかる時間を短縮すると共に、冷却剤を冷却するのに費やすエネルギーを節約し得る臓器保存装置を提供することである。

[課題を解決するための手段及び作用]

上記課題を解決するために、本発明の臓器保存装置は、摘出した臓器を収納する臓器収納室と、前記臓器に灌流液を供給する灌流回路と、前記灌流液が流れる熱交換器と、前記熱交換器を流れる冷却剤を冷却する冷却器と、前記熱交換器と前記冷却器との間を前記冷却剤を循環させる手段とを

具え、前記冷却器にて冷却した冷却剤を前記熱交換器に供給して前記灌流回路を流れる灌流液を冷却するように構成した臓器保存装置において、前記冷却剤循環手段が、前記灌流液及び冷却剤の温度に応じて前記熱交換器への冷却剤の供給を制御する手段を具えている事を特徴とするものである。

このように、本発明の臓器保存装置は、灌流液の温度と冷却剤の温度に応じて熱交換器への冷却剤の供給を制御する手段を設けているため、灌流液の温度が冷却剤の温度より高いときには冷却剤の熱交換器への供給を止めて、冷却剤を冷却器にて冷却し、冷却剤の温度が灌流液の温度より低くなった時点で冷却液の熱交換器へ供給を開始するようにしている。このため、従来の装置のように冷却剤を熱交換器に循環させながら冷却するものではなく、冷却剤の温度が灌流液の温度より高い場合は冷却剤の熱交換器への循環を止めて冷却剤を冷却するようにしているので、熱交換器における熱のリークを防ぐことができる。従って、冷却剤を効率良く冷却することができ、冷却にかかる

時間を短縮すると共に、冷却剤の冷却に使うエネルギーの浪費を防ぐことができる。

[実施例]

第 1 図は、本発明の臓器保存装置の第 1 の実施例を示す図である。

第 1 図に示すように、本実施例の臓器保存装置 1 は、摘出した臓器を運搬するための運搬ユニット 2 と、病院などのレセプタ側に据え置いた院内ユニット 3 とから構成されている。運搬ユニット 2 は、摘出した臓器を病院まで運搬するまでの間に臓器に灌流を施すのに最低限必要なもののみを具えるようにして運搬の便宜を図っている。すなわち、運搬ユニット 2 は摘出した臓器を収納する臓器収納室 4 と、熱交換器 5 と、ガス交換器 6 とを具え、これらを接続して灌流回路を形成していると共に、この灌流回路内に、臓器収納室 4 の下流側には灌流液を蓄えるリザーバ 7 を、上流側には灌流液内のバブルを取り除くバブルトラップ 8 を設け、更にリザーバ 7 と熱交換器 5 との間には灌流回路内に灌流液を循環させる送液ポンプ 9

を設けて、臓器収納室 4 内の臓器に灌流を施すようにしている。

この灌流回路中のバブルトラップ 8 と臓器収納室 4 との間には灌流液温度センサ 10、灌流液圧力センサ 11 が設けられており、灌流液の温度及び圧力を測定するようにしている。尚、運搬ユニット 2 には電装ユニット 2 a が装着されており、前記送液ポンプ 9 をここに設置すると共に、灌流液温度表示器 12 及び灌流液圧力表示器 13 を設け、灌流液温度センサ 10 及び灌流液圧力センサ 11 に電氣的に接続させて、これらのセンサで測定した灌流液の温度及び圧力をそれぞれ表示するようにしている。また、熱交換器 5 と送液ポンプ 9 との間には灌流液の pH を測るべく pH センサ 14 が設けられている。

院内ユニット 2 は、電源部 15、灌流液温度設定部 16、冷却剤温度設定部 17、リレー 18、冷却ユニット 19、スイッチ 20、冷却剤駆動部 21、pH 表示器 22、灌流液 pH 設定部 23、灌流液 pH 制御部 24、電磁弁 25、CO₂ 吸収

剤入りカラム 26、エアコンプレッサ 27、CO₂ ポンベ 28 a、冷却剤温度センサ 29、冷却剤温度表示器 30 とを具えるものである。

冷却ユニット 19 は運搬ユニット 2 に設けられている熱交換器 5 とパイプ 19 a、19 b にて接続されており、冷却ユニット 19 内の冷却剤が冷却剤駆動部 21 によってパイプ 19 a を経て熱交換器 5 に供給され熱交換器 5 をを流れる灌流液を冷却するように構成されている。冷却剤制御部 17 には、灌流液温度センサ 10 から灌流液の温度信号が供給され、一方、灌流液温度設定部 16 にて適温に設定された温度信号が供給される。冷却剤制御部 17 では、これらの信号に基づいて適当な冷却剤の温度を算出し、この冷却剤の温度信号をリレー 18 を介して冷却ユニット 19 に供給する。冷却剤制御部 17 から冷却剤の温度信号を受けた冷却ユニット 19 では、この温度信号に基づいて冷却剤を冷却する。冷却ユニット 19 には冷却剤温度センサ 29 が設けられており、この冷却剤温度センサ 29 で検出した冷却剤の温度は冷

却剤温度表示器 30 にて外部に表示される。一方、スイッチ 20 を冷却ユニット 19 及び冷却剤駆動部 21 に電氣的に接続しておく。操作者は灌流液の温度と冷却剤の温度とを灌流液温度表示器 13 及び冷却剤温度表示器 30 を見て知ることができ、冷却剤の温度が灌流液の温度よりも高い場合は、スイッチ 20 を手動にて OFF にし、冷却剤駆動部 21 への電力の供給を止めることによって冷却剤の熱交換器 5 への供給を停止させる。また、冷却剤の温度が灌流液の温度よりも低くなった時点で、スイッチ 20 を ON にして冷却剤駆動部 21 に電力の供給を開始して冷却剤を熱交換器 8 に送り込んで、灌流液を冷却するようにする。

このように、冷却剤の温度が灌流液の温度より低くなるまでは、冷却剤の熱交換器 8 への供給をストップさせるようにしているため、冷却ユニット 19 内で冷却剤を効率良く冷却することが可能となり、冷却剤を冷却する際のエネルギーの浪費を防ぐことができる。

エアコンプレッサ 27 は運搬ユニット 2 のガス

交換器 6 にガス管 6 a を介して接続しており、ガス管 6 a には、CO₂ 吸収剤入りカラム 24 及び流量計 31 を設ける。エアコンプレッサ 27 にてエアをガス交換器 6 に送り込むが、ガス管 6 a にはカラム 24 が設けられているため、空気中の CO₂ が取り除かれたガスがガス交換器 6 に供給されることとなる。このガスはガス交換器 6 を流れる灌流液に供給され、ガス交換の終了したガスはガス管 6 b を経て外部へ排出される。第 1 図に示すとおり、ガス管 6 a は流量計 31 の手前で分岐しており、分岐したガス管 6 c は電磁弁 25 を介して CO₂ ポンベ 28 a に接続されている。電磁弁 25 は pH 制御部 23 に電氣的に接続しており、pH 制御部 23 は pH センサ 14 にて測定した灌流液の pH に応じてこの電磁弁 25 を開閉するように制御する。

灌流回路に設けた pH センサ 14 で灌流液の pH を測定し、この測定値の信号を pH 制御部 23 に供給する。pH 制御部 23 には、灌流液 pH 設定部 24 が接続されており、pH 設定値の

信号も供給される。pHセンサ14で測定されたpH値がpH設定部24にて予め設定したpH値より低いときはpH制御部23から電磁弁25を綴じるように信号が送られ、逆に、予め設定したpH値より高いときは電磁弁25を開くように信号が送られる。従って、pH測定値が設定値より高い場合は、pH制御部23の制御により電磁弁25が開かれガス交換器6には、エアコンプレッサ27から送られるガスと共にCO₂ガスが供給されることとなる。逆に測定値が設定値より低い場合は、電磁弁25が閉じられエアコンプレッサ27からのガス（空気からCO₂が抜かれたもの）のみがガス交換器7に供給されることになる。CO₂が供給されないとき、すなわち電磁弁25が閉じてCO₂が供給されないときは、ガス交換器7内ではCO₂の分圧が零になるので、灌流液中に含まれているCO₂はガス交換膜を通して気体相へ蒸発し、この結果

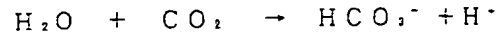
$$\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$$

反応が進み灌流液のpH値が下がることになる。

制御部34を設け、運搬ユニット2の灌流液温度センサ10と電氣的に接続させると共に、冷却剤ユニット19の冷却剤温度センサ10と電氣的に接続して、比較制御部34にて灌流液の温度と冷却剤の温度とを比較するように構成する。また、比較制御部34と冷却剤駆動部21をリレー33を介して接続して、冷却剤の温度が灌流液の温度より高い間は、リレー33をOFF状態にするように制御し、冷却剤の温度が灌流液の温度より低くなったときに、リレー33をON状態にするように制御する。リレー33がOFFになると、冷却剤駆動部21への電力の供給がストップし熱交換器5への冷却剤の供給がとまり、リレー33がON状態になると、冷却剤駆動部21への電力の供給が開始され、冷却剤が熱交換器5に供給されるようになる。

更に、第2実施例においては、灌流回路中にガス交換器を2台設置し、第1のガス交換器35の一方のガス管35aはO₂ポンベ28bに接続しており、他方のガス管35bは外部に開放されて

逆に、電磁弁25を開放してCO₂の供給があるときは、



の反応が進み、pH値が上がることとなる。尚、エアコンプレッサ27からのエアの供給量及びCO₂ポンベ28aからのCO₂の供給量は流量計31、32にてそれぞれ計測される。

このように、本実施例の臓器保存装置においては、冷却剤を効率良く冷却し、冷却剤の冷却に要するエネルギーの節減を図ると共に、灌流液のpH値の制御を行って、臓器をより適切な状態で長期間保存し得るように構成されている。

第2図は、本発明の臓器保存装置の第2実施例を示す線図である。尚、以下の実施例においては、第1実施例と同じものについては同じ符号を使用し、説明は省略した。

第2実施例の臓器保存装置は、熱交換器5への冷却剤の供給の制御を自動的に行えるように構成したものである。すなわち、第1実施例におけるスイッチ20は取り除き、院内ユニット3に比較

いる。また、ガス管35aは、ガス管35cに分岐しており、ガス管35cはCO₂ポンベ28aに接続している。ガス管35cには電磁弁25が設けられており、第1実施例と同様にこの電磁弁25はpH制御部23に電氣的に接続されている。第1のガス交換器35の他方のガス管35cは外部に開放されており、ガス交換が終了したガスをここから排気する。第2のガス交換器36は、一方のガス管36aがコンプレッサ37に接続されており、他方ガス管36bは閉じられており、第2のガス交換器36を流れる灌流液の脱気を行うように構成されている。このコンプレッサ37はリレー38を介してpH制御部23に電氣的に接続されている。pH制御部23ではpHセンサ14で測定されたpH値よりpH設定部24で設定した設定値が低いときは、電磁弁25を開くように制御すると共に、リレー38をOFFにするように制御する。この結果、測定値が設定値より低いときは、第1のガス交換器35にはO₂ガスとCO₂ガスとが供給される一方、コンプレッサ

37への電力の供給が止まり第2のガス交換器36における脱気がストップする。第1のガス交換器35では、 $\text{CO}_2 + \text{O}_2$ 混合ガスがガス交換器35を流れる灌流液に供給されることになり、pH値は下がる。逆に、pHセンサ14で測定されたpH値よりpH設定部24で設定した設定値が低いときは、電磁弁25を閉じるように制御すると共に、リレー38をONにするように制御する。この結果、第1のガス交換器35へは O_2 ガスのみが供給されると共に、コンプレッサ37へ電力の供給が開始され、第2のガス交換器36による脱気が開始される。灌流液へは O_2 ガスのみが供給され、pH値は上がる。

第3図は、本発明の臓器保存装置の第3実施例を示す図である。

本実施例においては、第1実施例と同様に、院内ユニット2にスイッチ20を設け、操作者が灌流液の温度と冷却剤の温度とを比較して手動でスイッチ20のON・OFFを制御して、熱交換器5への冷却剤の供給を制御するようにしている。

3ポート電磁弁40、冷却剤駆動部21の間の断熱材でモールドされた流路を流れ、熱交換器5には供給されない。一方、灌流液の温度が冷却剤の温度より高くなったときに、操作者はスイッチ20をONにして直流電圧39からの直流電圧を3ポート電磁弁40に印加し、冷却剤駆動部21と熱交換器5との間の流路を開いて冷却剤を熱交換器5に供給するようにする。

このような構成にすることで、冷却剤の熱交換器への供給を止めている間も、冷却剤を循環させることができるため、冷却剤をむらなく一様に低温にすることができる。

また、本実施例では、灌流回路中のガス交換器6とバブルトラップ8との間に、内部にPEC (photoelectric Cell: 光照射半導体) を収納したカラム41を設置し、これに外光を当てるようにしている。ガス交換器6には O_2 ポンベ28b及び CO_2 ポンベ28aから O_2 ガス及び CO_2 ガスを供給する。 CO_2 ガスの供給パイプ6cには電磁弁25を設けてpH制御部23の制

熱交換器5と冷却剤駆動部21とを結ぶパイプ19aの冷却剤駆動部21側に3ポート電磁弁40を設けて、この3ポート電磁弁40を更に冷却ユニット19とパイプ19cで結び、冷却ユニット19→冷却剤駆動部21→3ポート電磁弁40→冷却ユニット19の冷却剤の循環回路を形成する。冷却ユニット19と冷却剤駆動部21、冷却剤駆動部21と3ポート電磁弁40、3ポート電磁弁40と冷却ユニット19を結ぶパイプは断熱材でモールドしておく。前記スイッチ20と3ポート電磁弁40を電気的に接続しておくと共に、スイッチ20の電源側に直流電源39を設ける。

3ポート電磁弁40は直流電源39から直流電圧が印加されると冷却剤駆動部21と熱交換器5との間の流路を開くように構成する。灌流液の温度が冷却剤の温度より低い間は、操作者はスイッチ17をOFFにしておく。3ポート電磁弁40に直流電圧が印加されないため、熱交換器5との流路が閉じられて、冷却剤は冷却ユニット19、

御によって、 CO_2 ガスの供給量を制御している。pHセンサ14のpH測定値がpH設定部24で設定された設定値より高いときは電磁弁25を開くように制御し、ガス交換器6には $\text{O}_2 + \text{CO}_2$ 混合ガスが供給されて、灌流液のpH値を下げる。一方、測定値が設定値より低い場合は、電磁弁25を閉じるように制御し、その結果 O_2 ガスのみがガス交換器に供給され、 CO_2 ガスは供給されず、灌流液のpHは上昇することになる。本実施例では、更に灌流回路中にPECカラム41が設置されており、PECカラム41には常時外光を照射するようにしているため、PECカラム41内で $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 \uparrow$ の反応が進み、ガス交換器6内で灌流液に発生した H^+ イオンを H_2 ガスに変えられ、この H_2 ガスは、バブルトラップ8で捕らえるようにする。

第4図は、本発明の臓器保存装置の第4実施例の一部を示す図である。

本実施例では、運搬ユニット1のリザーバ7の底面にシリコンラバー42を貼り付け、シリコン

ラバー 42 の中に超音波振動子 43 を埋設している。超音波振動子 43 は電装ユニット内に設けた超音波発振回路 44 と電氣的に接続しており、超音波発振回路 44 を駆動してリザーバ 7 内で超音波を発生させ得るように構成する。他の構成は第 1 実施例と同様である。このように超音波を発生させて、リザーバ 7 内の灌流液中にキャビテーションを起こしてリザーバ 7 内の灌流液中に含まれた O_2 ガスや CO_2 ガスを脱気するようにしている。pH センサ 14 にて測定した pH 測定値が設定値より低いときはガス交換器 6 で CO_2 が灌流液に加えられないため、収納室 4 内の臓器に灌流液を滴下したのちは、灌流液内に CO_2 が増え pH が下がるが、上記のように構成することによりこの CO_2 はリザーバ 7 内で脱気され灌流液の pH 値は再び上昇する。pH 値が設定値より高くなるとガス交換器 6 にて CO_2 が供給されるので pH 値は下がることになる。このように、灌流液の pH 値を下げるのみならず、上昇させる方向へも制御できるようにして、灌流液の pH を臓器の

保存により適切な値に保つことにより、より長期間、より良好な状態で臓器を保存し得るようにした。なお、本実施例においては、冷却剤の熱交換器への供給の制御は、第 1 実施例と同様に行うようにしている。

[発明の効果]

上記に詳述した通り、本発明の臓器保存装置によれば、灌流液及び冷却剤の温度に応じて冷却剤の熱交換器への供給を制御することによって、冷却剤を効率良く冷却するようにしているため、冷却剤の冷却に必要なエネルギーを節減することができる。更に、十分に冷却した冷却剤を熱交換器に供給することができるため、灌流液を速やかに所定の温度まで冷却することができ、より良好な状態でより長時間にわたって摘出した臓器を保存することができる。

4. 図面の簡単な説明

第 1 図は、本発明の臓器保存装置の第 1 実施例を示す図、

第 2 図は、本発明の臓器保存装置の第 2 実施例

を示す図、

第 3 図は、本発明の臓器保存装置の第 3 実施例を示す図、

第 4 図は、本発明の臓器保存装置の第 4 実施例を示す図である。

- | | |
|-------------------|------------------|
| 1 … 臓器保存装置 | 2 … 運搬ユニット |
| 3 … 院内ユニット | 4 … 臓器収納室 |
| 5 … 熱交換器 | 6 … ガス交換器 |
| 7 … リザーバ | 8 … バブルトラップ |
| 9 … 送液ポンプ | 10 … 灌流液温度センサ |
| 12 … 灌流液温度表示器 | |
| 13 … 灌流液圧力表示器 | |
| 15 … 電源部 | 16 … 灌流液温度設定部 |
| 17 … 冷却制御部 | 18 … リレー |
| 19 … 冷却ユニット | 20 … スイッチ |
| 21 … 冷却剤駆動部 | 22 … pH 表示器 |
| 23 … pH 制御部 | 25 … 電磁弁 |
| 27 … エアコンプレッサ | |
| 28 a … CO_2 ポンペ | 28 b … O_2 ポンペ |
| 29 … 冷却剤温度センサ | |

30 … 冷却剤温度表示器

33 … リレー

34 … 比較制御部

35 … 第 1 ガス交換器

36 … 第 2 ガス交換器

37 … コンプレッサ

38 … リレー

39 … 直流電源

40 … 3 ポート電磁弁

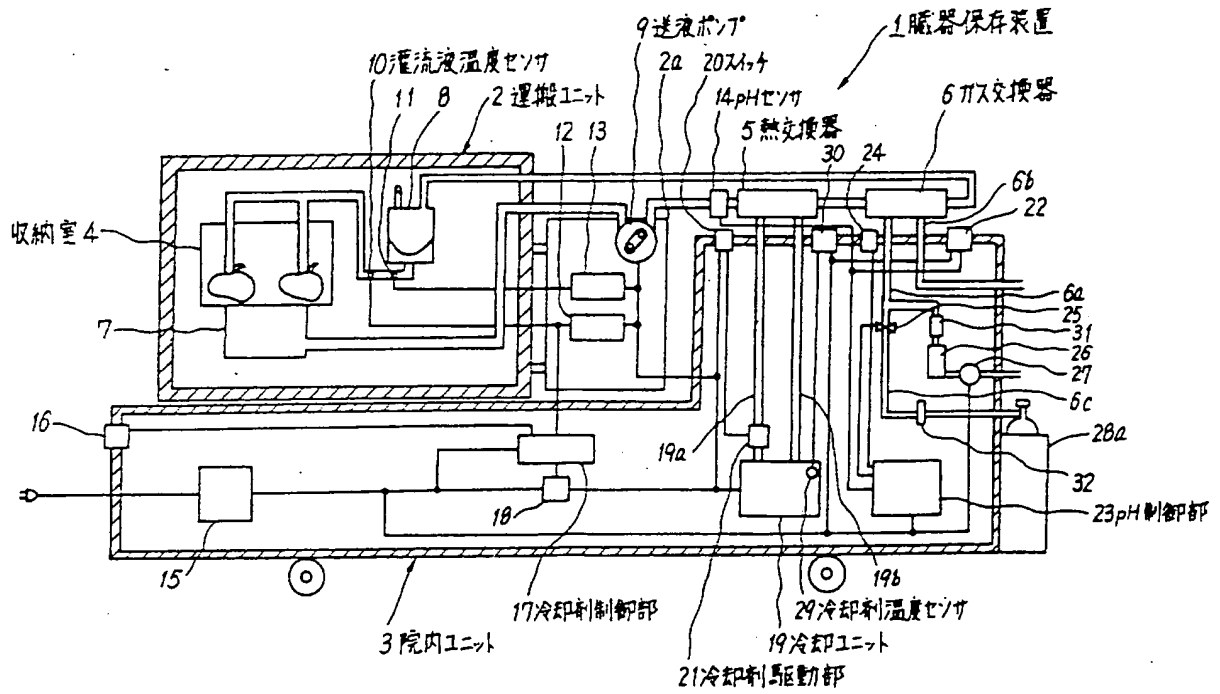
41 … PEC 収納カラム

42 … シリコンラバー

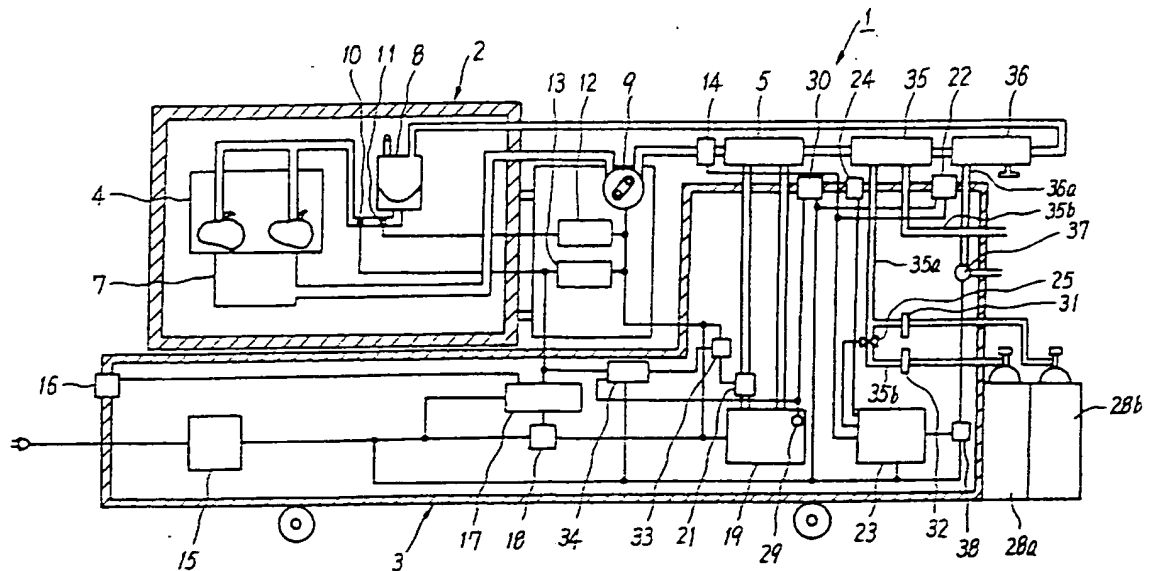
43 … 超音波振動子

44 … 超音波発振回路

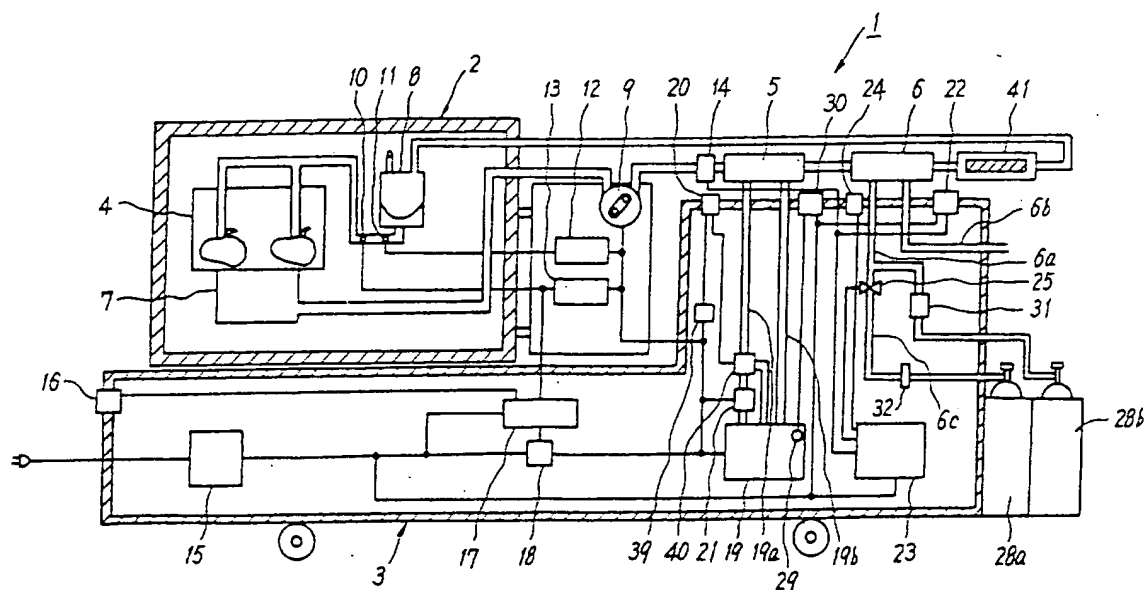
第 1 図



第 2 図



第 3 図



第 4 図

